

DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE EXTRACCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) PARA EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA EMPRESA TELCOS INGENIERIA S.A.



PRACTICANTE:

ALEJANDRO DE JESUS BARROS TOBINSON

TUTOR:

Esp. Carlos Cabas Meriño

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SANTA MARTA
2018

Tabla de contenido

1.	Duración estimada del proyecto	4
2.	Presentación	4
3.	Justificación.....	4
4.	Objetivo general	5
4.1	Objetivos específicos	5
5.	Generalidades de la empresa	5
5.1	TELCOS INGENIERIA S.A.....	5
5.1.1	Misión	5
5.1.2	Visión.....	5
6.	Funciones del practicante en la organización.....	6
7.	Diagnostico.....	6
8.	Propuesta	7
9.	Cronograma	8
10.	Presupuesto	8
11.	Impactos esperados.....	9
12.	Desarrollo de la propuesta.....	9
12.1	Diagrama general del proyecto	9
12.2	Sensor de CO2 MQ135	9
12.3	Microcontrolador Arduino uno R3	10
12.4	Modulo Bluetooth HC05	11
12.5	Modulo Reloj RTC DS1307.....	12
12.6	Módulo Relé Arduino.....	13
12.7	Cableado.....	14
12.7.1	Cable dúplex calibre 12.....	14
12.7.2	Cable DuPont Macho-Macho	15
12.8	Extractor De Aire	15

12.9	Visualización y almacenamiento de los datos	16
12.10	Medición con el proyecto implementado	17
13.	Conclusiones y líneas futura	19
14.	Referencias	20
15.	Anexos	21
15.1	Código obtención de datos, fecha/hora y emisión de datos.....	21
15.2	Código de recepción de Datos	25
15.3	Código de visualización, almacenamiento y grafica de datos.	25

1. Duración estimada del proyecto

El proyecto está diseñado para una duración estimada de 2.5 meses, debido a disponibilidad de tiempo.

2. Presentación

La empresa TELCOS INGENIERIA S.A, ubicada en la ciudad de Bogotá, cuenta con bodegas donde se guardan las móviles (vehículos de carga), cuyos vehículos generan una cantidad considerable de dióxido de carbono (CO₂), lo cual puede ser nocivo para los trabajadores de dicha empresa. En las bodegas se encuentran oficinas y el laboratorio de electrónica, los cuales sufren por la emisión de CO₂ de los vehículos, esta bodega y el laboratorio cuentan con algunos extractores, que son encendidos por los trabajadores de la empresa, pero este sistema es deficiente, debido a que los vehículos son encendidos y llevados a operación antes del ingreso del personal de las oficinas y del laboratorio, generando acumulación de CO₂ en dichos sitios, y a falta de alguna persona que encienda los extractores, los trabajadores alcanzan a inhalar el CO₂ generado, ocasionando disminución en la productividad de los trabajadores de esa área e incluso daños en la salud de los mismo.

Con este proyecto se busca solucionar esta problemática que nos aqueja actualmente, utilizando la electrónica como una recurso para hacernos la vida más fácil y mejorar el ambiente laboral de una población específica, como son los trabajadores del área de logística de la empresa TELCOS INGENIERIA S.A. Inicialmente se busca que este proyecto sea implementado en el laboratorio de electrónica, el cual actualmente es el más afectado por esta problemática, pero se busca que a futuro sea implementado en la totalidad de la bodega.

3. Justificación

Durante el proceso de ejecución de la práctica, se notó que la emisión de gases de los vehículos que se guardan en la bodega afecta no solo a las personas que la laboran en el área del laboratorio, sino a todas las personas que circulan a diario en toda esa zona, por eso el presente proyecto se enfocará en la solución de una problemática que hay actualmente con respecto a la calidad del aire de la empresa TELCOS INGENIERIA S.A y que afecta el rendimiento de los trabajadores, esto se afirma basado en un estudio dirigido por científicos de la universidad del estado de nueva york y del laboratorio nacional de Lawrence Berkeley de la universidad de california, el cual reveló que los altos niveles de dióxido de carbono (CO₂) acumulados en un espacio cerrado, como una oficina, puede adormecer, afectar los niveles de concentración y la capacidad de razonar de las personas que se encuentren en dicho lugar. (Revista Semana, 2012) También los altos niveles de CO₂ puede afectar la salud de los trabajadores del área de logística ocasionando problemas respiratorios.

4. Objetivo general

Desarrollar un sistema automatizado de extracción de dióxido de carbono (co2), para el mejoramiento de la calidad del aire en el laboratorio de mantenimiento electrónico de la empresa TELCOS INGENIERIA S.A.

4.1 Objetivos específicos

- Diagnosticar los niveles de dióxido de carbono actualmente en las bodegas.
- Diseñar el sistema de encendido de los actuadores.
- Definir el tipo de sistema de extracción que se implementará teniendo en cuenta la relación costo-beneficio.
- Evaluar el desempeño del sistema de extracción aplicado en el laboratorio.
- Comparar los niveles de dióxido de carbono del lugar donde está instalado el sistema con otros lugares de la bodega.

5. Generalidades de la empresa

5.1 TELCOS INGENIERIA S.A

Telcos Ingeniería S.A, es una compañía especializada en ofrecer soluciones a empresas en el sector de las telecomunicaciones, brindando diseño, construcción y mantenimiento de redes de telecomunicaciones aéreas y subterráneas. Telcos, es una de las principales y más grandes aliadas de la compañía CLARO, teniendo presencia en diferentes ciudades a nivel nacional, ciudades como, Bogotá, Cali, Ibagué, Popayán, entre otras.

5.1.1 Misión

Somos una organización especializada en la integración de soluciones efectivas que facilitan a las empresas en el sector de las telecomunicaciones e infraestructura el logro de sus metas y objetivos corporativos, asegurando rentabilidad con responsabilidad social hacia nuestro capital humano y demás grupos de interés.

5.1.2 Visión

Ser en el 2023 una compañía líder a nivel nacional, con presencia internacional en Latinoamérica, reconocida por nuestros clientes en el aseguramiento de procesos con calidad en cada uno de los servicios y soluciones del sector de telecomunicaciones e infraestructura.

6. Funciones del practicante en la organización

- Apoyar el diseño de un cronograma de mantenimiento y calibración para los equipos de medición.
- Apoyar la verificación y mantenimiento de equipos de medición utilizados en telecomunicaciones, tales como: Medidores de campo, medidores de conductancia, medidores de tierra, multímetros, pinzas voltiamperimétricas, osciladores.
- Apoyar el mantenimiento de herramientas eléctricas, tales como: Inversores de corriente, electrobombas.

7. Diagnostico

Detectada la problemática y basados en las inconformidades hechas al departamento de HSEQ de la empresa por parte de los empleados del laboratorio y de las oficinas ubicadas en las bodegas de la empresa TELCOS INGENIERIA S.A, los cuales manifestaron su afectación por los gases de CO₂ emitidos por los vehículos, se procedió a realizar una serie de mediciones con el sensor MQ135 para determinar el nivel de Dióxido De Carbono concentrado a determinadas horas en la bodega, esto nos llevó a identificar las horas en que hay más concentración de CO₂ en la bodega. Basados en las mediciones, como se muestra en la Figura 1, se determinó que la concentración más alta se da en las horas comprendidas entre 07:00 A.M Y 8:00 A.M, donde se apreció un nivel de CO₂ por encima de los 1000 PPM, nivel que según estudios realizados puede ser nocivo para la salud del ser humano.

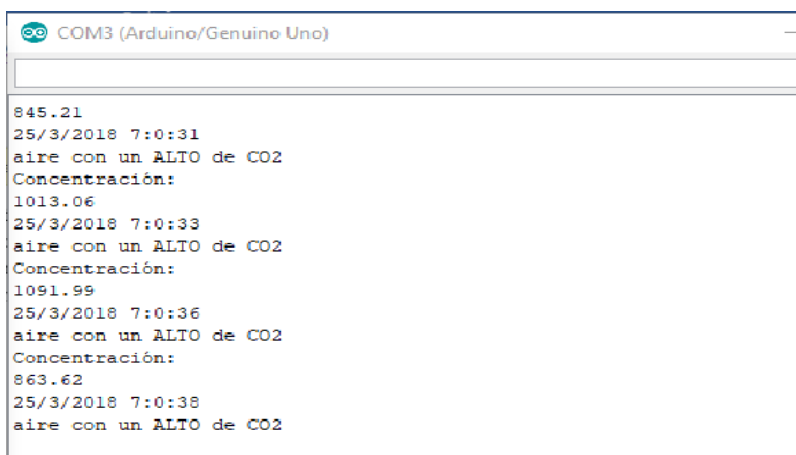
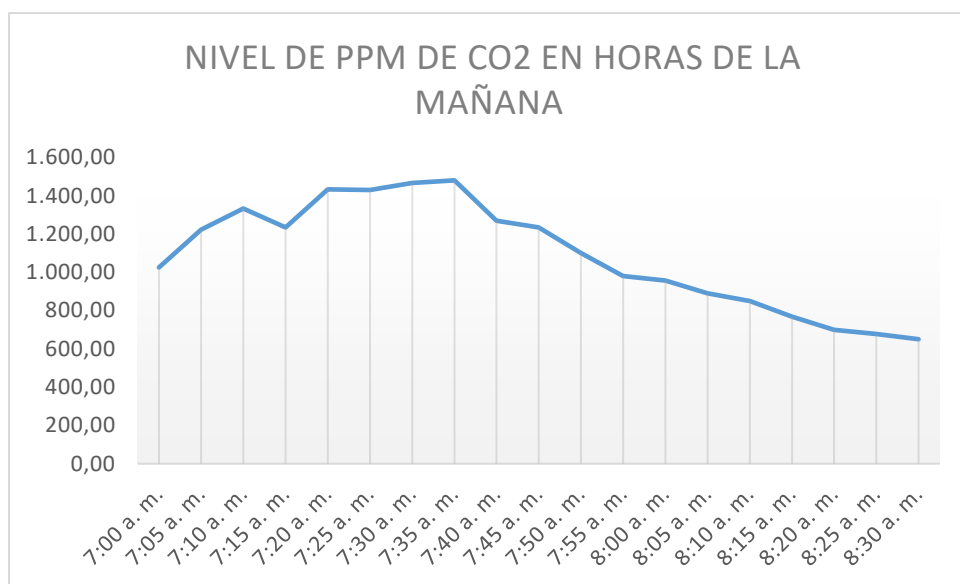


Figura 1. Medición de niveles de CO₂

Luego, de tener los datos de las mediciones se realizó una tabla en el programa Excel (Tabla 1), para generar una gráfica de CO₂ vs Tiempo (grafica 1), donde se observa la variación del Dióxido De Carbono a determinadas en las horas de la mañana en el laboratorio.

Hora	PPM
7:00 a. m.	1.025,00
7:05 a. m.	1.223,00
7:10 a. m.	1.334,00
7:15 a. m.	1.234,00
7:20 a. m.	1.434,00
7:25 a. m.	1.431,12
7:30 a. m.	1.467,45
7:35 a. m.	1.480,54
7:40 a. m.	1.269,68
7:45 a. m.	1.234,80
7:50 a. m.	1.101,45
7:55 a. m.	980,78
8:00 a. m.	956,47
8:05 a. m.	890,78
8:10 a. m.	850,49
8:15 a. m.	767,50
8:20 a. m.	698,81
8:25 a. m.	677,90
8:30 a. m.	650,53

Tabla 1. Mediciones de CO2



Grafica 1. Variación de CO2 en horas de la mañana

8. Propuesta

Se proyecta diseñar un sistema de encendido automático de extractores para la eliminación de dióxido de carbono (CO2) en las bodegas de la empresa TELCOS INGENIERIA S.A, el cual contará con una serie de sensores que medirán los niveles de CO2 emitidos por los vehículos que se guardan en la bodega. La información que emitan los sensores será enviada a un microcontrolador, que en este caso se utilizará el Arduino uno y dependiendo los niveles se encenderán los actuadores (Extractores). Además, se pretende diseñar un sistema de monitoreo, con la ayuda del software y lenguaje de programación processing, para tener conocimiento gráficamente de los niveles de CO2 concentrados en el aire de la bodega generados a diario por los vehículos, donde se pueda desde un computador apreciar las variaciones de CO2, estos datos se enviarán al PC por medio de módulos de conexión inalámbrica Bluetooth.

Se desea implementar un sistema sencillo, pero eficiente que solucione esta problemática de la empresa, para así mejorar la calidad del aire y en su defecto mejorar el ambiente de trabajo del área de logística de TELCOS INGENIERIA S.A.

9. Cronograma

FASES	ACTIVIDAD	SEMANAS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FASE I	Análisis de viabilidad del proyecto.										
	Investigación y estudio de la información.										
	Identificación de los parámetros incidentes.										
	Estudio del área.										
FASE II	Cotización de materiales.										
	Prueba de los dispositivos.										
	Captación de los niveles de CO2.										
FASE III	Implementación del proyecto.										
	Observación y correcciones de las posibles fallas.										
FASE IV	Pruebas del proyecto										
	Redacción del informe										

10. Presupuesto

Recurso	Cantidad	Valor del recurso	Valor total
Arduino uno	2	\$35.000	\$70.000
Sensor MQ135	2	\$12.000	\$24.000
Relé Arduino	1	\$10.000	\$10.000
Jumpers	1	\$15.000	\$15.000
Extractor	1	\$150.000	\$150.000
Modulo Bluetooth	2	\$15.000	\$30.000
Reloj DS1307	1	\$8.000	\$8.000
Otros		\$70.000	\$70.000
total			\$376.000

11. Impactos esperados

Una vez diseñado e implementado el sistema de extracción de CO₂, se espera cumplir con cada uno de los objetivos propuesto desde un principio. Uno de los principales objetivos que se espera cumplir con este proyecto, es mejorar la calidad del aire en el laboratorio de electrónica de la compañía TELCOS INGENIERIA S.A.

Con este proyecto se busca mejorar el ambiente laboral y la productividad de los empleados del laboratorio, además evitar enfermedades que puedan ser generadas por inhalar altas cantidades de dióxido de carbono.

12. Desarrollo de la propuesta

Ya identificada la problemática que se presenta actualmente en la empresa TELCOS INGENIERIA S.A, se procede a describir las especificaciones y funciones de cada uno de los componentes a utilizar en el proyecto, además a describir las condiciones del lugar en cual se desarrolla dicho proyecto.

12.1 Diagrama general del proyecto

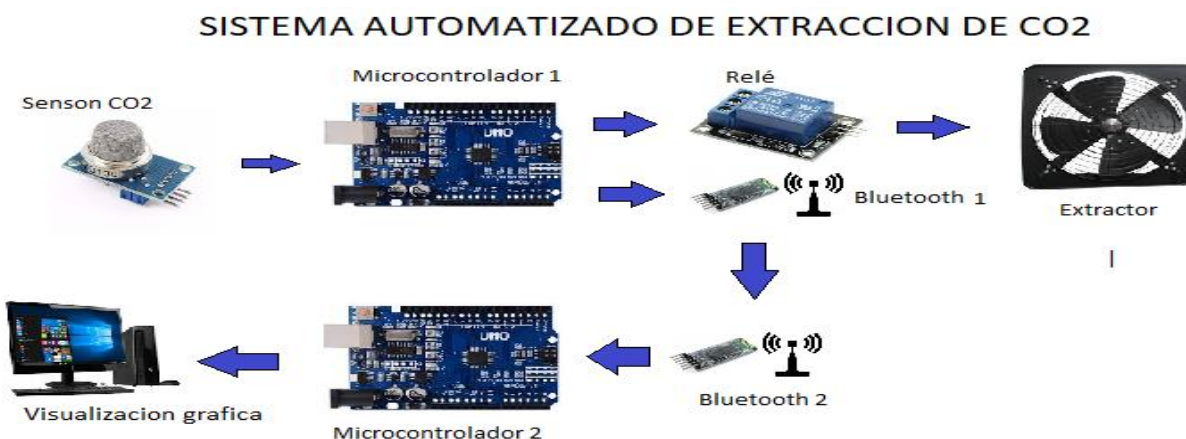


Figura 2. Diagrama general del proyecto

12.2 Sensor de CO₂ MQ135

Este sensor MQ135 (Figura 3) es utilizado para la detección de CO₂, su valor es económico, tiene como función en el proyecto de captar los niveles de CO₂ generados por los vehículos a diario, a continuación, la tabla de especificaciones técnicas del sensor MQ135 (Tabla 2).



Figura 3. Sensor MQ135

Modelo	MQ135
Voltaje de operación	5V
Señales	Analógica/Digital
Corriente de operación	150 mA
Potencia de consumo	800 mW
Resistencia de carga	Potenciómetro Ajustable
Resistencia de censado	300 Kohm - 200 Kohm
Detección de partes por millón	10 PPM - 1000 PPM
Concentración Detectable	CO ₂ , Amoniac, Benceno, Sulfuro.
Tasa de concentración	0.65
Concentración de oxígeno	2% - 21%
Humedad de operación	<95%RH
Temperatura de operación	-20°C – 70°C

Tabla 2. Especificaciones sensor MQ135 (Vistronica, 2018).

12.3 Microcontrolador Arduino uno R3

Este módulo Arduino uno (Figura 4), está diseñado para el desarrollo de circuitos electrónicos, cuenta con un gran número de entradas y salidas digitales y analógicas, es compatible con un gran número de módulos, entre esos inalámbricos como es el módulo Bluetooth, que es usado para el envío de datos en este proyecto. La función de este microcontrolador en este proyecto es de recibir los datos del sensor MQ135, para así tomar la decisión de si se activan o no los actuadores. A continuación, las especificaciones técnicas del Arduino Uno (Tabla 3).



Figura 4. Arduino Uno R3

Modelo	Arduino Uno R3
Microcontrolador	ATMEGA 328
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de Entrada (Recomendado)	7V - 12V
Voltaje de entrada (Limite)	6V - 20V
Pines Digitales Entrada/Salida	14 (de las cuales 6v proporcionan PWM)
Pines Analógicos de entrada	6
Corriente de salida DC total de todas las líneas de entradas/salidas	40 mA
Corriente DC por el pin de 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32KB (0.5KB para el arranque)
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Frecuencia de reloj	16 MHZ

Tabla 3. Especificaciones Arduino Uno R3 (Vistronica, 2018).

12.4 Modulo Bluetooth HC05

El módulo Bluetooth HC05 (Figura 5), es un dispositivo de conexión inalámbrica, usado para la transmisión de datos, es de fácil uso y se configura como maestro/esclavo según la aplicación. En este proyecto es usado para el envío de la información que es arrojada por el sensor MQ135, se utilizarán dos módulos, cada módulo es ubicado en un Arduino, con el fin de transmitir y recibir los datos. Este módulo se configuró con una serie de comandos llamados AT, los cuales son de fácil implementación. A continuación, las especificaciones técnicas del Bluetooth HC05 (Tabla 4).



Figura 4. Bluetooth HC05

Modelo	Bluetooth HC05
Chip	BC417143
Voltaje de funcionamiento	3.6V - 6V
Corriente de entrada	8Ma
Temperatura de operación	-20°C – 75°C
Frecuencia	2.4 GHz banda ISM
Modulación	GFSK
Tipo Asíncrono	2.1 Mbps (Max)/1600kbps
Funciones de seguridad	Autenticación y encriptación
Interfaz serial	TTL
Protocolo Bluetooth	Bluetooth v2.0+EDR
Potencia de Transmisión	4dBm, Clase 2
Sensibilidad	-84 dBm a 0.1% VER
Antena	Integrada
Alcance	10 metros
Perfil	Wireless serial port
Tamaño	2.7cm x 1.3 cm

Tabla 5. Especificaciones Bluetooth HC05 (Vistronica, 2018).

12.5 Módulo Reloj RTC DS1307

El módulo RTC DS1307 (Figura 6), es un módulo de Reloj de Tiempo Real, el cual es utilizado como su nombre lo dice para guardar la hora y fecha actual del programa compilado, por medio de su interfaz de comunicación I2C, además se puede programar para eventos específicos según la necesidad. Su función en este proyecto es de brindar la hora y la fecha en que se envía cada dato del sensor para así saber en qué horas del día llega a su punto más alto el nivel de Dióxido de Carbono, además programar el encendido automático del extractor en las horas donde salen e ingresan los vehículos. A continuación, las especificaciones técnicas del módulo RTC DS1307 (Tabla 5).

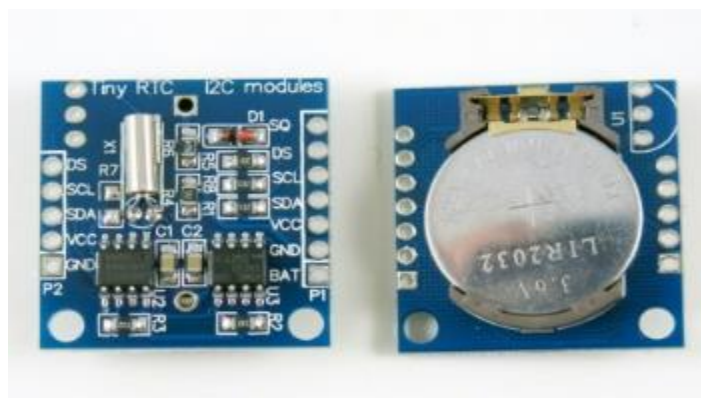


Figura 6. Módulo RTC DS1307

Modelo	RTC DS1307
Memoria de almacenamiento	24C32 EEPROM 32KB I2C
Batería	LIR2032/CR1225 de litio (Recargable)
Función	Lectura/Escritura
Interfaz	I2C (Controla RTC DS1307 y AT24C32)
Uso de tiempo	Alrededor de 1 Año (Carga completa)
Señal de reloj	Para el microcontrolador (salida de 1Hz para microcontroladores en cascada)
Conexión con otros dispositivos	I2C
Chip Calendario	BCD reloj de 56 Bytes RAM no volátil/exacto hasta el 2100 (compensación de año bisiesto)
Cable de conexión	Transmisión de datos/cable serial con dos líneas de doble dirección
Marcación	12 horas (AM/PM) /24 horas/segundo, minuto, día del mes, mes, día de la semana, año.
Consumo de energía de reserva	<500uA
Tamaño	2.8 cm x 2.5 cm x 1.0 cm
Peso	7 gramos

Tabla 5. Especificaciones RTC DS1307 (Vistronica, 2018).

12.6 Módulo Relé Arduino

El Módulo Relé Arduino de un canal (Figura 7), es un dispositivo electrónico que se utiliza para el control o conmutación de cargas de potencia, esto depende de la necesidad o de la aplicación a ejecutar, este módulo es alimentado en la entrada por 5v DC y tiene una entrada que es la señal de conmutación, y además cuenta con una salida de 110 V AC, la cual sirve para encender cargas alimentadas con esa señal. La función en este proyecto es de tener el control de encendido/apagado del extractor. A continuación, las especificaciones técnicas del Módulo Relé Arduino (Tabla 6).



Figura 7. Módulo Relé de Un Canal

Modelo	Relé Arduino de un canal
Canal de salida	17
Voltaje de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • 125VAC/250VAC • 28VDC/30VDC
Corriente de operación	10 ^a
Voltaje de la bobina (Relé)	5 V
Modo de disparo	Bajo nivel de disparo
Diodo de protección	En cada bobina
Diodo LED indicador	Estado para cada canal
Consumo de corriente (bobina)	20 mA
Tamaño	4.0 cm x 1.5 cm x 2.0cm
Peso	14 gramos

Tabla 6. Especificaciones módulo relé de un canal (Vistronica, 2018).

12.7 Cableado

12.7.1 Cable dúplex calibre 12

El cable dúplex calibre 12 (Figura 8), es utilizado para la conexión del relé con la red eléctrica del laboratorio, el cual va conectado con el neutro y fase de la red eléctrica, para alimentar el extractor. A continuación, las especificaciones técnicas de cable Dúplex calibre 12 (Tabla 7).



Figura 8. Cable Dúplex Calibre 12

Modelo	Cable dúplex calibre 12
Material	Cobre
Calibre	12
Diámetro nominal del alambre (mm)	2.32
Área de sección transversal nominal del conductor (mm ²)	3.31
Resistencia DC	5.44 mΩ/m 25°C

Tabla 7. Especificaciones Técnicas Cable dúplex Calibre 12 (Grupo EPM, 2015).

12.7.2 Cable DuPont Macho-Macho

El cable DuPont Macho - Macho (Figura 9), tiene como función establecer la conexión entre el Arduino y los dispositivos conectados a él, es decir, la conexión del RTC, Relé, Sensor MQ135 y Bluetooth al Microcontrolador Arduino Uno. A continuación, las especificaciones técnicas del Cable DuPont Macho-Macho (Tabla 8).



Figura 9. Cable DuPont Macho - Macho

Modelo	Cable DuPont Macho - Macho
Longitud	10 Cm
Conector	Macho – Macho
Colores	Variados
Espacio estándar entre conexiones	0.1 mm
Conductividad	Excelente

Tabla 8. Especificaciones técnicas cable DuPont Macho – Macho (Vistronica, 2018).

12.8 Extractor De Aire

El Extractor De Aire (Figura 10), tiene como función disipar la cantidad de Dióxido De Carbono emitida por los vehículos que se almacena en el área del laboratorio, este se activara dependiendo los niveles de CO₂ que lea el sensor. A continuación, especificaciones técnicas del extractor de aire (Tabla 9)



Figura 10. Extractor De Aire

Modelo	Extractor de Aire
Tensión	120 V
Ducto	152.4 mm
Carcasa	208 mm x 208 mm
Frecuencia	60 Hz
Potencia	25 W
Consumo Energético	KW/H
Índice de protección	20

Tabla 10. Especificaciones técnicas del extractor de aire.

12.9 Visualización y almacenamiento de los datos

La visualización de los datos se realiza por medio del software processing. Los datos se reciben a través del módulo bluetooth HC05, para que sean procesados por el módulo Arduino Uno y luego por medio de una interfaz Arduino IDE – Processing, se puedan graficar (Figura 10). También, se realiza el almacenamiento de los datos de la medición por medio de una función de processing, la cual guarda los datos periódicamente en un archivo .txt (Figura 11), con fecha y hora que es suministrada por el RTC DS1307, estos datos son almacenados en el disco del computador donde estarán disponibles.

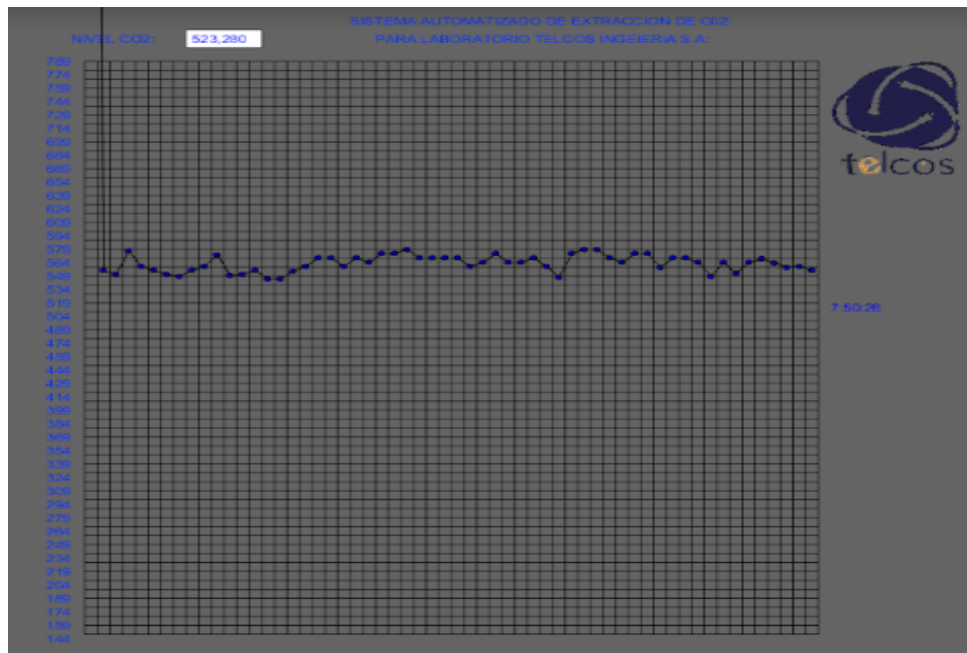


Figura 10. Grafica de los niveles de CO2

15-5-2018: Bloc de notas

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
5480.62		hora---	7:47:10	
523.28		hora---	7:47:13	
513.93		hora---	7:47:17	
570.62		hora---	7:47:20	
532.97		hora---	7:47:24	
523.28		hora---	7:47:27	
513.93		hora---	7:47:31	
510.28		hora---	7:47:34	
523.28		hora---	7:47:38	
532.97		hora---	7:47:41	
560.88		hora---	7:47:45	
512.1		hora---	7:47:48	
513.93		hora---	7:47:52	
523.28		hora---	7:47:55	
503.12		hora---	7:47:59	
503.12		hora---	7:48:2	
521.39		hora---	7:48:6	
532.97		hora---	7:48:9	
553.44		hora---	7:48:13	
553.44		hora---	7:48:16	
532.97		hora---	7:48:20	
553.44		hora---	7:48:23	
543.02		hora---	7:48:27	
564.25		hora---	7:48:30	
564.25		hora---	7:48:34	

Figura 11. Datos almacenados en archivo .txt

12.10 Medición con el proyecto implementado

Se realiza una serie de mediciones (Figura 12) en tiempos iguales a las mediciones sin la implementación del proyecto que se observan en el diagnóstico, con el fin de comparar

el impacto del mismo en la disminución de niveles de CO2, cuyas mediciones se plasmaron en una tabla (Tabla 2), para mostrar gráficamente las variaciones de los niveles de CO2 en las horas de la mañana (Grafica 2) en el software Excel. Gracias a este proceso se puede apreciar la disminución de los niveles de CO2 con respecto a la gráfica 1 y que tan eficiente ha sido el sistema.

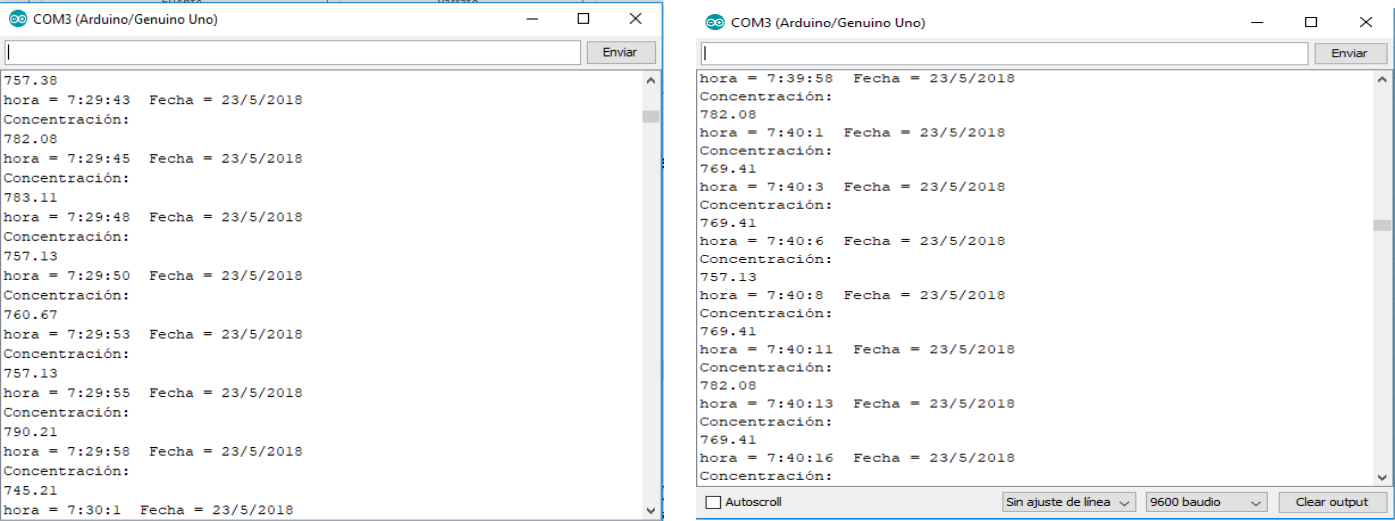


Figura 12. Niveles de C02 con el proyecto implementado.



Grafica 2. Variación de CO2 con el sistema implementado

Tabla 2. Mediciones de CO2

13. Conclusiones y líneas futura

Se pudo detectar y diagnosticar una problemática que desde el inicio de las prácticas profesionales se notó que afectaba a los trabajadores de la compañía TELCOS INGENIERIA S.A, luego gracias a las aplicaciones de la electrónica en la industria se detectaron los niveles acumulados CO₂ en nuestra área de trabajo, esto con la ayuda de un sensor. Se llevó a cabo el diseño de un sistema de extracción eficiente, el cual cumplió con el objetivo principal de este proyecto, que fue mejorar la calidad del aire en el laboratorio de la compañía.

Gracias a la implementación de este proyecto, se pudo apaciguar los efectos negativos que producen los altos niveles de Dióxido De Carbono (CO₂) en lugares cerrados, esto se comprobó mediante una comparación de niveles de CO₂ medidos antes y después de la implementación del sistema, con graficas en las cuales se observa una disminución del gas en tiempos iguales. Además, se pudo mejorar la calidad laboral del grupo de trabajo del laboratorio de mantenimiento electrónico de la compañía.

Se observó una serie de problemas a la hora de la implementación del proyecto, debido a que el sensor está diseñado también para medir otros tipos de gases diferentes al CO₂ y esto dificultó la calibración del sensor de CO₂ MQ135, que por su bajo costo y su inestable respuesta arrojaba mediciones erróneas, esto se pudo corregir con una serie de cálculos que se observan en el código anexado, lo cual mejoró la sensibilidad para detectar CO₂, pero no obstante para mejoramientos futuros del proyecto se recomienda implementar un sensor más robustos y especializado en mediciones de este tipo de gas, con el fin de mejorar la eficiencia del sistema de extracción automatizado de CO₂.

14. Referencias

- Grupo EPM. (2015). *Emp.com* . Obtenido de https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Energia/EspecificacionesTecnicas/Conductores/Cobre/ET%20cables%20duplex%20de%20cobre-%20Grupo%20EPM_Junio17_2015.pdf
- Revista Semana. (22 de Octubre de 2012). *Semama.com*. Obtenido de <https://www.semana.com/vida-moderna/articulo/por-que-sueno-apodera-trabajadores/266728-3>
- Vistronica. (2018). *Vistrinica*. Obtenido de <https://www.vistronica.com/comunicaciones/modulo-bluetooth-maestros-esclavo-hc-05-detail.html>
- Vistronica. (2018). *Vistronica*. Obtenido de <https://www.vistronica.com/sensores/sensor-de-control-de-calidad-de-aire-mq-135-detail.html>
- Vistronica. (2018). *Vistronica*. Obtenido de <https://www.vistronica.com/board-de-desarrollo/arduino/board/arduino-uno-r3-compatible-detail.html>
- Vistronica. (2018). *Vistronica*. Obtenido de <https://www.vistronica.com/modulos/modulo-reloj-en-tiempo-real-rtc-ds1307-detail.html>
- Vistronica. (2018). *Vistronica*. Obtenido de <https://www.vistronica.com/potencia/modulo-rele-de-1-canal-detail.html>
- Vistronica. (2018). *Vistronica.Com*. Obtenido de <https://www.vistronica.com/conectores-cables-y-switches/cable-dupont-hembra-macho-detail.html>

15. Anexos

15.1 Código obtención de datos, fecha/hora y emisión de datos.

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Time.h>
#include <TimeAlarms.h>
#include <Wire.h>
#include "RTCLib.h"
RTC_DS1307 rtc;
DateTime HoraFecha;
SoftwareSerial BT (10,11);
const int MQ_PIN = A0;// Pin de lectura analoga
const int RL_VALUE = 5;    // Resistencia RL del modulo en Kohms
const int R0 = 10;        // Resistencia R0 del sensor en Kohms
int CO2=9;
int indicador;
int segundo,minuto,hora,dia,mes;
long anio; //variable año
unsigned long previousMillis=0;
long OnTime=1000;
long OffTime=180000;
// Datos para lectura multiple
const int READ_SAMPLE_INTERVAL = 300; // Tiempo entre muestras
const int READ_SAMPLE_TIMES = 5;    // Numero muestras
// Ajustar estos valores para el sensor según el Datasheet
const float X0 = 200;
const float Y0 = 1.7;
const float X1 = 10000;
```

```

const float Y1 = 0.28;
// Puntos de la curva de concentración {X, Y}
const float punto0[] = { log10(X0), log10(Y0) };
const float punto1[] = { log10(X1), log10(Y1) };
// Calcular pendiente y coordenada abscisas
const float scope = (punto1[1] - punto0[1]) / (punto1[0] - punto0[0]);
const float coord = punto0[1] - punto0[0] * scope;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  rtc.begin();
  BT.begin (38400);
  pinMode(CO2,OUTPUT);
}

void loop()
{
  // Mostrar el reloj en el monitor serial
  HoraFecha = rtc.now();
  segundo=HoraFecha.second();
  minuto=HoraFecha.minute();
  hora=HoraFecha.hour();
  dia=HoraFecha.day();
  mes=HoraFecha.month();
  anio=HoraFecha.year();
  if (BT.available())
  {
    Serial.write(BT.read());
  }
}

```

```

}
if (Serial.available())
{
    BT.write(Serial.read());
}

float rs_med = readMQ(MQ_PIN);    // Obtener la Rs promedio
float concentration = getConcentration(rs_med/R0); // Obtener la concentración
// Mostrar el valor de la concentración por serial
//BT.println("Concentración: ");
BT.println(concentration);
Serial.println("Concentración: ");
Serial.println(concentration);
Serial.print("hora = ");
Serial.print(hora);
Serial.print(":");
Serial.print(minuto);
Serial.print(":");
Serial.print(segundo);
Serial.print(" Fecha = ");
Serial.print(dia);
Serial.print("/");
Serial.print(mes);
Serial.print("/");
Serial.print(año);
Serial.println();
delay(1000);

```

```

unsigned long currentMillis=millis();
if (getConcentration(rs_med/R0)>=900&&(currentMillis-previousMillis>=OnTime))
{ //BT.println("aire con un ALTO de CO2");
Serial.println("aire con un ALTO de CO2");
previousMillis=currentMillis;
digitalWrite(CO2,HIGH);
}

if (getConcentration(rs_med/R0)<900 && indicador==0 && currentMillis-
previousMillis>=OffTime)
{
//BT.println("aire con un poco de CO2");
Serial.println ("aire con un poco de CO2");
previousMillis=currentMillis;
digitalWrite(CO2,LOW);
}
}

// Obtener la resistencia promedio en N muestras
float readMQ(int mq_pin)
{
float rs = 0;
for (int i = 0;i<READ_SAMPLE_TIMES;i++) {
rs += getMQResistance(analogRead(mq_pin));
delay(READ_SAMPLE_INTERVAL);
}
return rs / READ_SAMPLE_TIMES;
}

// Obtener resistencia a partir de la lectura analogica
float getMQResistance(int raw_adc)
{

```



```

    return (((float)RL_VALUE / 1000.0*(1023 - raw_adc) / raw_adc));
}

// Obtener concentracion 10^(coord + scope * log (rs/r0))
float getConcentration(float rs_ro_ratio)
{
    return pow(10, coord + scope * log(rs_ro_ratio));}

```

15.2 Código de recepción de Datos

```

#include <SoftwareSerial.h> // Incluimos la librería SoftwareSerial
SoftwareSerial BT(10,11); // Definimos los pines RX y TX del Arduino conectados
al Bluetooth
void setup()
{
    BT.begin(38400); // Inicializamos el puerto serie BT (Para Modo AT 2)
    Serial.begin(9600); // Inicializamos el puerto serie
}
void loop()
{
    if(BT.available()) // Si llega un dato por el puerto BT se envía al monitor serial
    {
        Serial.write(BT.read());
    }
    //BT.write("LLEGUE2");
    //delay(1000);
    if(Serial.available()) // Si llega un dato por el monitor serial se envía al puerto BT
    {
        BT.write(Serial.read());
    }
}

```

15.3 Código de visualización, almacenamiento y grafica de datos.

```

import processing.serial.*;
import java.io.FileWriter;
import java.io.*;
FileWriter fw;
BufferedWriter bw;
int x = 65, ancho = 700, alto = 600;
boolean p = true;

```

```

int cFondo = 100; //Color fondo

PrintWriter datos;
Serial puertoArduino;
Graf g = new Graf(ancho, alto, cFondo);
PImage img,img2;

int dia = day();
int mes = month();
int ano = year();

void setup (){

    size(800, 800);
    background(cFondo);
    //print(Serial.list());
    //ojo el '0' de Serial.list()[0]
    //se cambia por el orden de numero de puerto de tu ordenador

    puertoArduino = new Serial(this, Serial.list()[2], 9600);

    // Guardaremos los datos muestreados en un archivo de texto,
    // asi podremos analizarlos con una hoja de calculo y otro programa.

    datos = createWriter("datos/"+dia+"-"+mes+"-"+ano+".txt");
    fill(0, 50, 255);
    text("NIVEL CO2: ",50, 40);
    text("SISTEMA AUTOMATIZADO DE EXTRACCION DE C02: ",270, 20);

    text("PARA LABORATORIO TELCOS INGEIERIA S.A: ",290, 40);
    //text("Muestras", ancho / 2, alto - 20);
    g.cuadrícula();
    g.Axes();

}

void draw(){

    int s = second(); // Values from 0 - 59
    int m = minute(); // Values from 0 - 59
    int h = hour(); // Values from 0 - 23
    String inString = puertoArduino.readStringUntil('\n');

    if (inString != null)
    {

```

```

        inString = trim(inString);
        float val = float(inString);
        println(val);
        // if(val<=750)
        // {
        //datos.println(val + "      hora--->" + h + ":" + m + ":" + s + "\n"); // copia el dato en
medidas.txt
        //datos.flush();
        try{
            File file =new File(dia+"-"+mes+"-"+ano+".txt");
//chemin = dataPath;
// positions.txt== your file;

            if(!file.exists()){
                file.createNewFile();
            }

            FileWriter fw = new FileWriter(file,true);///true = append
            BufferedWriter bw = new BufferedWriter(fw);
            PrintWriter pw = new PrintWriter(bw);

            pw.println(val + "      hora--->" + h + ":" + m + ":" + s + "\n");

            pw.close();

        }catch(IOException ioe){
            System.out.println("Exception ");
            ioe.printStackTrace();
        }

        g.puntos(x, val, p,h,m,s);
        p = false;
        x = x + 10;
        if (x > ancho - 60)
        {x = 60;
        g.borra();
        g.cuadrícula();
        g.titulo();
        p = true;
        }
    }
}

```

```

/*void keyPressed() { //Presionar 'ESC' para salir
    datos.flush();
    datos.close();
    exit();
}*/

```

```

/*
Tildes omitidas en los comentarios.
Graf.pde
*/

```

```

class Graf {

    int nX, nY, colF;
    float coordAntX, coordAntY;
    Graf (int x, int y, int cF){
        nX = x;
        nY = y;
        colF = cF;
    }
    void cuadrricula(){
        stroke(0);

        for (int j = 60 ; j <= nX - 60; j = j + 10){
            line (j, 60, j, nY+100);

            line (j, 60, j, nY+100);

        } // Vert
        for (int j = 60 ; j <= nY+100; j = j + 10){
            line (60, j, nX - 60, j);} // Horiz
            img = loadImage("descarga.png");
            image(img, 650, 60);
        }
        void Axes(){
            stroke(0);
            //int cal;

            for (int j = 60 ; j <= nX + 10; j = j +15)
            {
                text(1200-(j+200)-151,30, j+5);
            }
        }
        void borra(){
            fill(colF); // Color del fondo

```

```

noStroke();
rectMode(CORNERS);
rect(50 , 0, nX , nY - 30 );
text("SISTEMA AUTOMATIZADO DE EXTRACCION DE C02: ",270, 20);
text("PARA LABORATORIO TELCOS INGEIERIA S.A: ",290, 40);
}
void titulo(){
fill(cFondo); // Color del fondo

fill(0, 50, 255);
text("NIVEL CO2: ",50, 40);
text("SISTEMA AUTOMATIZADO DE EXTRACCION DE C02: ",270, 20);
text("PARA LABORATORIO TELCOS INGEIERIA S.A: ",290, 40);
}

void puntos(int x, float nValor, boolean primera,int hora,int min,intseg){
fill(255,255,255);
rectMode(CORNERS);
rect(140,25,200,45);//Borra lectura anterior
fill (0,0,255);
text(nValor, 142, 40);
fill(0, 0, 255);
float v = map(nValor, 0, 1023, nY - 60, 60); //Mapeo inversoentre
//los margenes sup e inf.
ellipse(x, v, 5, 5);
//Une los dos puntos con una linea excepto en la primera lectura.
if (primera == false){
line (coordAntX, coordAntY, x, v);
}
//println("valor x"+x);
if(x>=625){
saveFrame("ensayo.png");
fill (0,0,255);
text(hora+": "+min+": "+seg, 650, 340);
fill (0,0,255);
}
coordAntX = x;
coordAntY = v;
}
}

```